

Systeme de gestion automatisée des clés



PROJET n°7

RAPPORT PUBLIC

Edition 1.0 imprimée le 7 mai 2007
Projet réalisé en 2007

Encadrant : Yves DOSSMANN

Client : Raphaël POINSIGNON

Groupe de projet :

- Thomas BESSONNEAU
- Loïc LE GAT
- Raphaël PRESEAU
- Antoine PREVEAUX

Remerciements

Ce rapport est la synthèse de cinq mois de projet, c'est pourquoi nous tenons à remercier en tout premier lieu ceux sans qui une telle expérience n'aurait pas pu être réalisée, notre encadrant M. Yves Dossmann pour ses précieux conseils et M. Raphaël Poinsignon pour sa grande disponibilité, sa gentillesse et ses conseils avisés.

Nous remercions également les ingénieurs des sociétés CiPAM et Primion qui ont bien voulu nous accorder leur aide et leur temps, ce qui nous a particulièrement aidé pour le développement de nos applications.

Nous souhaitons exprimer notre reconnaissance envers la scolarité et l'équipe pédagogique qui nous ont fait confiance dès le début de nos travaux, notamment pour les lourds investissements consentis pour mener à bien ce projet.

Il ne faudrait pas non plus oublier M. Frédéric Fabian et Mme Michèle Hubert, responsables du parc informatique de l'école qui ont répondu à nos multiples requêtes avec la plus grande gentillesse.

Nos derniers remerciements seront pour M. Nicolas Grobet, spécialiste en sockets, qui a bien voulu sacrifier une soirée PES 6 pour nous aider à résoudre nos problèmes de programmation.

Table des matières

REMERCIEMENTS.....	2
TABLE DES MATIERES	3
TABLE DES FIGURES.....	4
RESUME	5
ABSTRACT	6
INTRODUCTION.....	7
1 MISE EN PLACE DU PROJET	8
1.1 ORIGINE DU PROJET	8
1.2 L'EQUIPE DE PROJET.....	8
2 LE CAHIER DES CHARGES	10
2.1 OBJECTIFS ET ETAPES DU PROJET	10
2.1.1 <i>État de l'art</i>	10
2.1.2 <i>Cahier des charges</i>	11
2.1.3 <i>Analyse fonctionnelle</i>	12
2.1.4 <i>Bilan</i>	12
2.2 BUDGETS.....	12
2.2.1 <i>Budget réel</i>	12
2.2.2 <i>Budget virtuel</i>	14
2.3 PLANNING PREVISIONNEL.....	15
3 PRESENTATION DES DIFFERENTS ELEMENTS.....	16
3.1 SYSTEME D'ACCES PAR BADGES	16
3.1.1 <i>Solutions techniques envisagées</i>	16
3.1.2 <i>Comparaison des deux systèmes</i>	17
3.1.3 <i>Solution technique retenue</i>	18
3.2 SYSTEME DE DETECTION DES CLES.....	18
3.2.1 <i>Solutions techniques envisagées</i>	19
3.2.2 <i>Comparaison des différents systèmes</i>	21
3.2.3 <i>Solution technique retenue</i>	21
3.2.4 <i>Logiciel d'inventaire des clés</i>	22
3.3 CONCEPTION DE LA BOITE.....	23
3.4 APPLICATION DE GESTION.....	24
3.4.1 <i>Accueil</i>	24
3.4.2 <i>Gestion des clés</i>	25
3.4.3 <i>Gestion des accès</i>	26
3.4.4 <i>Gestion des utilisateurs</i>	26
4 EXTENSIONS ET AMELIORATIONS POSSIBLES.....	27
4.1 SYSTEME D'ACCES PAR BADGE	27
4.2 SYSTEME DE DETECTION DES CLES.....	27
4.3 APPLICATION DE GESTION.....	27
4.4 AUTRES	27
CONCLUSION	28
WEBOGRAPHIE.....	29
CONTENU DU DOSSIER INDUSTRIEL	30

Table des figures

Fig 1.	Systèmes de gestion des clés existants sur le marché.....	10
Fig 2.	Diagramme des fonctionnalités.....	12
Fig 3.	Budget de fonctionnement réel	13
Fig 4.	Budget de fonctionnement virtuel	14
Fig 5.	Planning prévisionnel.....	15
Fig 6.	Schéma de principe du système ELA	16
Fig 7.	Schéma de principe du système ACS2+	17
Fig 8.	Tableau comparatif des systèmes de détection des badges	17
Fig 9.	Centrale ACS2+ et lecteur de badges.....	18
Fig 10.	Exemple de lecteur de code barres Bluetooth	19
Fig 11.	Transpondeur et portique de détection magnéto acoustique.....	20
Fig 12.	Différents exemples de packagings de transpondeurs	20
Fig 13.	Tableau comparatif des différentes technologies envisagées.....	21
Fig 14.	Système RFID constitué de l'antenne, du lecteur et d'un tag	22
Fig 15.	Logiciel d'inventaire	23
Fig 16.	Représentation en trois dimensions du prototype de la boîte.....	24
Fig 17.	Page d'accueil de l'application de gestion	25
Fig 18.	Exemple de liste des clés.....	25
Fig 19.	Page de recherche d'un accès.....	26

Résumé

Le but du projet N°7 était de pallier les difficultés liées aux emprunts de clés à l'ENSPS. Actuellement, les personnes de l'accueil disposent de toutes les clés et gèrent les emprunts sans enregistrement des opérations et sans contrôle réel des autorisations.

Le système à mettre en place est une boîte dans laquelle sont stockées les clés, et dont l'accès se fait au moyen d'un badge magnétique. La boîte a été construite en bois et en plexiglas, et est sécurisée contre le petit vandalisme.

À l'intérieur de la boîte se trouve un système de détection permettant de déterminer à chaque instant quelles sont les clés présentes dans la boîte. Ce système permet de savoir quelles clés ont été empruntées ou rendues. La détection est transparente pour l'utilisateur : aucune action n'est requise de sa part pour enregistrer une entrée ou sortie de clés.

Le système d'accès par badge autorise ou non l'accès à la boîte. Il s'appuie pour cela sur une base de données dans laquelle sont enregistrées les informations nécessaires.

Enfin, l'ordinateur gérant le système prend en charge l'enregistrement de toutes les opérations et le stockage dans des fichiers. C'est aussi sur cet ordinateur que se trouve l'application permettant d'avoir accès à ces données.

Le système de gestion automatique des clés permet donc d'avoir un contrôle et un suivi optimum, tout en nous affranchissant des problèmes d'horaires d'un système basé sur des personnes.

Abstract

The project 7's purpose is to minimize the drawbacks of the present key borrowing system at the ENSPS. Today, the persons in charge of this system are those of the reception. When someone needs a key, he goes to the reception then borrows the desired key. Unfortunately, no precise registering system is put in place so that people of the ENSPS cannot ever know who borrows which key.

The system to be made consists in an access-restricted box containing every key. The access to the box is made using magnetic badges. The box itself is made of wood and Plexiglas and is conceived to resist vandalism.

Within the box is a key detection system that can determinate at any time, which keys are inside the box. This system makes it easy to know which keys have been borrowed or put back into the box. The detection is made transparent so that it is user-friendlier: no action from the user is necessary.

The badge controlled access system restricts the access to the box. It works using information stored in the databases.

Finally, a computer manages the whole system. It registers every operation and stores them in files. This computer also runs the application enabling administrators to read these data.

The automatic key management system permits to have an optimum control of the borrowings while eliminating time problems inherent to human-based system.

Introduction

Ce projet de système de gestion automatisée des clés est né d'un réel besoin existant à l'ENSPS. En effet, pour emprunter une clé, il fallait s'adresser à l'accueil. Cela posait des problèmes d'horaires (possibilité d'emprunter ou de rendre une clé uniquement aux heures de présence du personnel), de suivi des emprunts (aucun suivi rigoureux des emprunts). Il était donc important de remédier à cette situation, et c'est ce que ce projet de deuxième année se propose de faire.

Le système de gestion automatisée des clés permet de s'affranchir de ces inconvénients, tout en offrant une très grande simplicité d'utilisation et de gestion. La résolution de ces problématiques se fait de deux manières :

- Accès sécurisé par badge permettant de gérer les accès à toute heure sans intervention humaine
- Historique complet des emprunts, consultable par les administrateurs du système

Pour cela, il a fallu étudier minutieusement tous les aspects du problème, rechercher et choisir les bonnes solutions techniques qui respectent le cahier des charges qu'il a dû être établi en concertation avec le client. Il est donc nécessaire de respecter ce cahier des charges tout en tenant compte des contraintes budgétaires et des délais. Tous ces aspects seront développés plus en détail dans ce rapport.

1 Mise en place du projet

1.1 Origine du projet

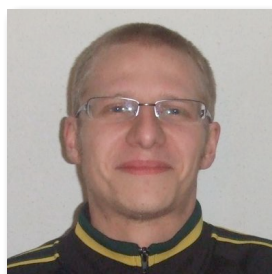
Ce projet de système de gestion automatisée des clés provient du service technique de l'ENSPS, pour lequel il était urgent d'apporter une solution au problème de gestion des clés. Le service technique, représenté par son responsable, M. Raphaël Poinsignon, a décidé de confier cette tâche au projet 7 dans le cadre des projets de deuxième année.

1.2 L'équipe de projet

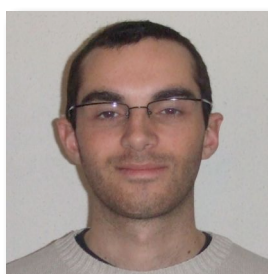
Afin de réaliser ce projet, une équipe sérieuse et motivée a été constituée ; elle est composée de :



Thomas Bessonneau
Chef de projet



Raphaël Préseau
Responsable technique



Antoine Préveaux
Responsable communication



Loïc Le Gat
Responsable budgétaire

Afin d'optimiser au mieux le travail, de conserver une bonne cohésion dans l'équipe ainsi qu'une atmosphère de travail agréable, nous avons établi une organisation structurée au sein de notre équipe. Nous avons donc chacun un rôle bien particulier :

- M. Thomas Bessonneau travaille en tant que chef de projet. Sa mission est de veiller à la bonne marche du projet et au respect des contraintes imposées (tant au niveau délais que vis-à-vis du cahier des charges ou du budget). Il joue aussi un rôle de soutien, de motivation mais aussi de coordination et d'autorité en cas de conflit potentiel.
- M. Antoine Préveaux est chargé de la communication du projet. Il a en charge les relations avec le client, les fournisseurs, l'encadrant ainsi que l'équipe pédagogique gérant le suivi des projets. C'est notamment à lui qu'incombe la rédaction des

rapports bimensuels permettant à l'équipe pédagogique de suivre l'avancement du projet. Il prend également la charge de secrétaire lors des réunions de projet.

- M. Raphaël Préseau est le responsable technique. Sa mission est de maîtriser les différents aspects techniques mais aussi de réunir toutes les documentations techniques nécessaires aux divers éléments du projet. En particulier, il est chargé de superviser la rédaction d'un manuel d'installation et d'utilisation du système.
- M. Loïc Le Gat est le responsable budgétaire. Il gère tous les aspects financiers du projet, comprenant l'élaboration des budgets fictifs et réels en tenant compte de l'amortissement du matériel et de tous les éléments nécessaires à la réalisation du projet. Il s'occupe également, en collaboration avec le client, de valider les devis de commande de matériel en veillant à minimiser le coût global du projet.

Lors de ce projet, nous travaillons pour M. Raphaël Poinignon, responsable du service technique de l'ENSPS.

2 Le cahier des charges

Le cahier des charges définit l'ensemble des fonctions que devra remplir le système fini. Celui-ci a été établi en accord avec le client, et validé par ce dernier le 20 décembre 2006. Il permet non seulement de savoir quelles sont les fonctions que doit remplir le système, mais également de mieux définir les priorités et savoir quelles sont les marges de manœuvre.

2.1 Objectifs et étapes du projet

Dans un premier temps, il a fallu rechercher quels étaient les systèmes existants répondant au mieux aux besoins du client sur le marché. Cela a permis d'établir un état de l'art, et de mieux cibler les fonctions existantes pour ce type de matériel. Dans le même temps, les exigences du client ont été reformulées par écrit pour officialiser le cahier des charges.

2.1.1 État de l'art

La première étape de notre projet consiste à nous placer dans le contexte industriel de la gestion des emprunts de clés. Pour cela nous avons pris connaissance des systèmes existants sur le marché.

Les systèmes de boîtes à clés trouvent leur utilité dans différents domaines : industrie et transport, hôtellerie, commerce,... Les systèmes existants sont assez peu nombreux.

Principales fonctionnalités :

- Accès par digicode
- Clés bloquées dans des chambres prévues à cet effet (protection inviolable)
- Interface à écran LCD
- Logiciel de gestion permettant une traçabilité permanente
- Mise en réseau de la boîte possible

Cependant, bien que ces systèmes proposent un accès complètement contrôlé et sécurisé, ils ne conviennent pas aux souhaits du client qui sont notamment une utilisation simple et passive. Ils nécessitent l'utilisation d'un code particulier pour l'ouverture de la boîte ce qui complique l'accès aux clés. Par ailleurs, ces systèmes impliquent également la mise en oeuvre d'un nouveau dispositif de gestion des accès à l'ENSPS.



Fig 1. Systèmes de gestion des clés existants sur le marché

Après l'étude de ces différents produits, le client a été sollicité afin de mettre en place un cahier des charges.

2.1.2 Cahier des charges

Les différents points du cahier des charges à respecter sont les suivants :

1. Une boîte doit être opérationnelle à la scolarité de l'ENSPS pour la fin du projet.
2. L'ouverture de la boîte doit se faire au moyen des badges existants à l'ENSPS
3. Par mesure de sécurité, la boîte doit pouvoir être ouverte au moyen d'une clé
4. L'accès à la boîte ne doit être possible que pour les personnes dûment autorisées
5. Le déverrouillage de la porte ne doit durer qu'un temps prédéterminé
6. Lors de chaque accès à la boîte, le système doit être capable d'enregistrer le nom de l'utilisateur, la date, l'heure, ainsi que tous les objets empruntés et rendus
7. Ces informations doivent être enregistrées dans un historique des emprunts, qui devra être consultable par les administrateurs
8. En cas d'emprunt d'un objet par une personne non autorisée, le système doit en alerter la personne et les administrateurs
9. En cas de retard ou d'oubli du retour de l'objet, l'utilisateur et/ou l'administrateur doivent en être informés par le système
10. La porte de la boîte doit pouvoir se refermer automatiquement
11. Une interface de gestion des emprunts des clés simple doit être mise à disposition des administrateurs

De plus, le client avait fixé des contraintes supplémentaires n'apparaissant pas dans le cahier des charges. Ces contraintes constituent des fonctionnalités qui ne seront pas réalisées au cours du projet, mais que nous devons prendre en compte afin que leur installation ultérieure soit la plus aisée possible :

- Extensibilité aisée à d'autres types de matériels que des clés
- Prévision de l'intégration d'un système de retour d'information plus complet, clair et simple à comprendre au niveau de la boîte
- Utilisation d'un écran LCD en guise d'interface avec l'utilisateur est à prévoir
- Reproductibilité du système facile

2.1.3 Analyse fonctionnelle

Nous avons dressé un diagramme des fonctionnalités. Celui-ci permet d'avoir une vue globale du système en repérant le rôle des différents éléments.

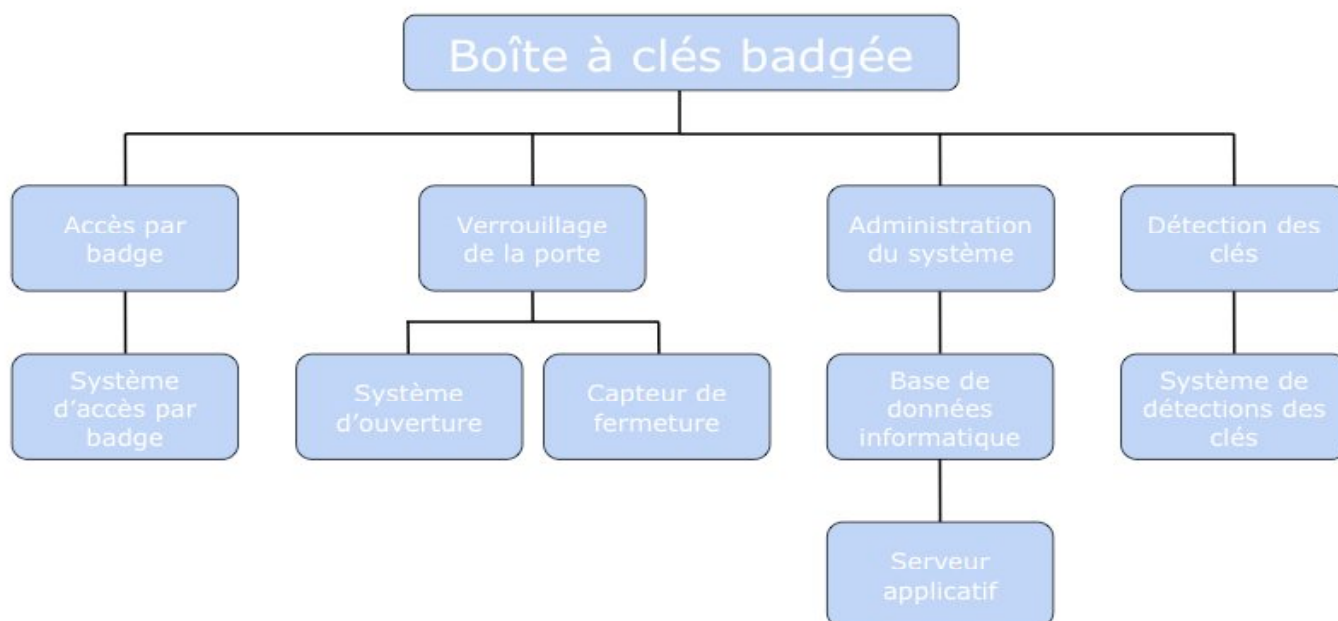


Fig 2. Diagramme des fonctionnalités

2.1.4 Bilan

Suite aux études précédemment réalisées (état de l'art, cahier des charges et analyse fonctionnelle) nous constatons que les fonctions demandées par le client sont précises et qu'aucun système existant sur le marché ne les réalise toutes en même temps, et ce notamment au niveau de l'accès par badge et du serveur applicatif. L'accès par badge doit se faire grâce au système en place à l'ENSPS. Le client met aussi l'accent sur l'extensibilité du produit.

2.2 Budgets

Deux budgets différents sont proposés afin de mettre en relief les principaux aspects financiers relatifs à l'application.

2.2.1 Budget réel

Ce budget présente les frais que le client doit effectivement engager afin d'obtenir son système automatisé.

On retrouve les principales composantes du système :

- Le système de détection des clés RFID
- Le système d'accès par badge ACS2+
- Une licence *Windows XP Pro* pour notre serveur applicatif
- Les matériaux nécessaires à la construction de la boîte (bois, plexiglas,...)

On peut remarquer que ce budget est composé majoritairement par les systèmes ACS2+ et RFID.

Charges	Prix unitaire HT en €	Quantité	Coût total HT en €
<i>Matériel informatique</i>			
Licence Windows XP Pro	108,61	1	108,61
Connectique	41,81	1	41,81
<i>Matériel divers</i>			
Boîte	125,42	1	125,42
Système ACS2+	1699,89	1	1699,89
Système de détection des clés RFID	2733,25	1	2733,25
Sous total HT			4708,98
TVA			19,60%
Total TVA			922,96
Total TTC			5631,94

Fig 3. Budget de fonctionnement réel

2.2.2 Budget virtuel

Ce budget simule le fonctionnement d'une entreprise qui se verrait confier la réalisation de notre projet.

Il est à noter que les salaires des ingénieurs et leurs charges sociales associées représentent 60% du budget tandis que le budget réel ne représente que 5%.

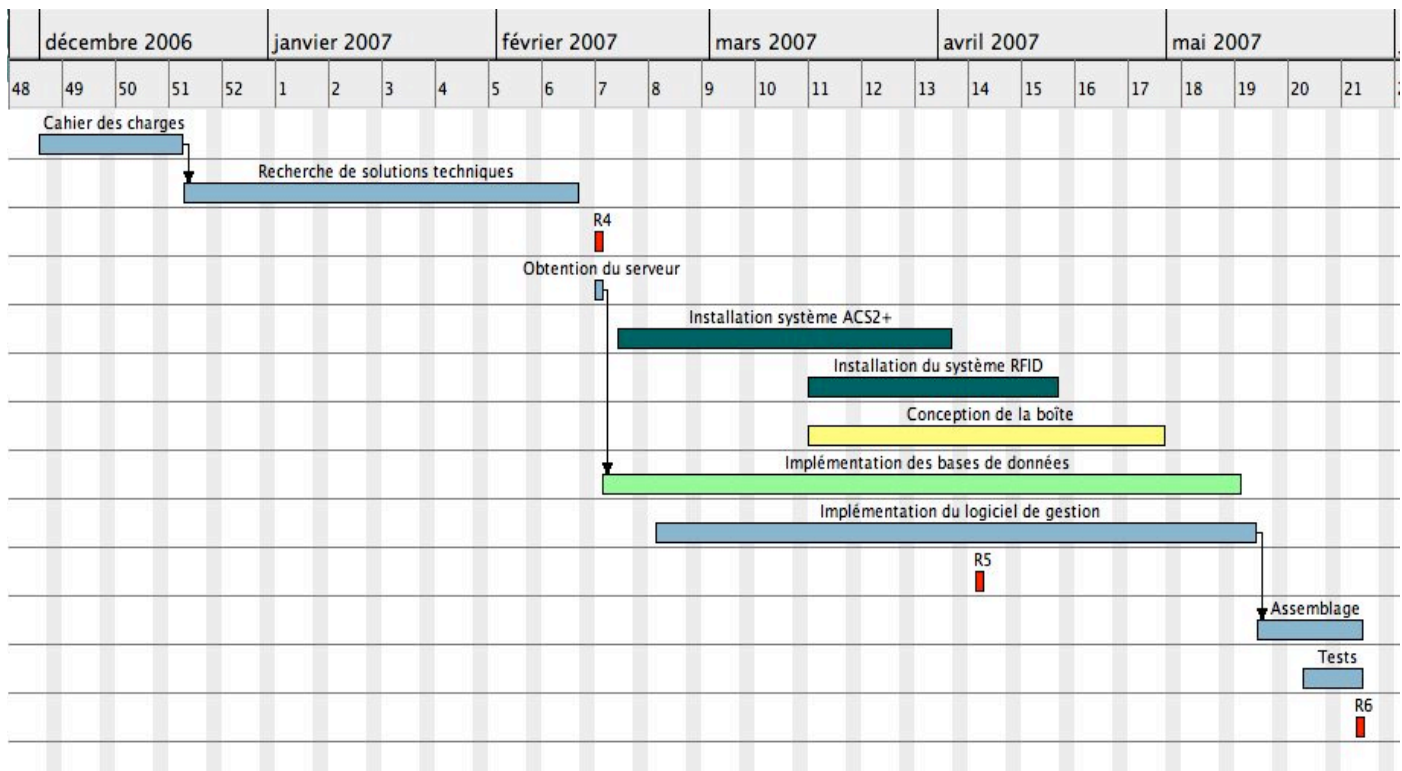
Charges	Prix unitaire HT en €	Quantité	Coût total HT en €
Consommables ⁽¹⁾			
Cartouche pour imprimante	8,36	4	33,44
Fournitures	24,12	1	24,12
Matériel informatique ⁽¹⁾			
Ordinateur serveur	402,00	1	402,00
Charges de structure ⁽¹⁾			
Salle de réunion	334,45	5 mois	1672,24
Dotation aux amortissements ⁽¹⁾⁽²⁾			
Ordinateur	23,23	5 mois	116,15
Logiciels	11,61	5 mois	58,05
Communication ⁽¹⁾			
Téléphone	24,12	5 mois	120,60
Internet	24,12	5 mois	120,60
Salaires bruts			
Ingénieur ENSPS	21,50	600 heures	12900,00
Ingénieur confirmé	40,00	50 heures	2000,00
Charges sociales			
Charges ingénieur	10,75	600 heures	6450,00
Charges ingénieur confirmé	20	50 heures	1000,00
Divers			
Frais de déplacement	100,00	5 mois	500,00
Budget réel ⁽¹⁾	4708,98		4708,98
		Sous total HT	30106,18
		TVA (1)	19,60%
		Total TVA	1422,21
		Total TTC	31528,39

(1) Charges soumises à la TVA

(2) Les amortissements de l'ordinateur de travail et de ses logiciels ont été calculés sur 3 ans

Fig 4. Budget de fonctionnement virtuel

2.3 Planning prévisionnel



Légende :

- Loïc et Raphaël
- Thomas
- Antoine et Thomas
- Groupe complet

Fig 5. Planning prévisionnel

Ce planning décompose l'évolution du travail du groupe. Il présente les principales étapes nécessaires à la réalisation du projet. Ce travail a débuté avec la réalisation du cahier des charges, parallèlement l'établissement d'un état de l'art afin de définir les futures orientations technologiques.

Le groupe s'est alors divisé en deux :

Le premier groupe (G1), composé de Raphaël et Loïc, a pris en charge la compréhension et l'installation de la partie matérielle (systèmes de détection des clés et d'accès par badge). Le G1 a également réalisé le logiciel d'inventaire des clés (voir 3.5).

Ainsi, le deuxième groupe (G2), composé d'Antoine et Thomas, s'est chargé de lier l'application d'inventaire des clés avec la base de données qu'il a conçue. Le groupe a aussi pris en charge la réalisation du logiciel de gestion.

Finalement l'équipe de projet s'est retrouvée au complet pour procéder à l'assemblage et aux tests du système.

3 Présentation des différents éléments

3.1 Système d'accès par badges

3.1.1 Solutions techniques envisagées

Le cahier des charges nous impose la réutilisation des badges existants à l'ENSPS. Nous avons donc pris contact avec le fournisseur de l'ENSPS, la société Primion.

Les besoins relatifs au fonctionnement d'accès par badge sont les suivants :

- Utilisation des badges existants à l'école
- Importation des bases de données en place sur le système actuel d'accès par badge de l'ENSPS
- Accès sécurisé
- Installation peu encombrante

Nous avons obtenu auprès du fournisseur du système d'accès par badge de l'ENSPS (société Primion) des devis pour deux systèmes remplissant les fonctions principales, le système *ELA* et le système *ACS2+*. Il nous a donc fallu choisir le système le mieux adapté à notre application.

3.1.1.1 Système ELA

Le système d'accès par badge *ELA* se compose d'une centrale alimentée par un boîtier 12 Volts et d'un lecteur de badge. Le schéma ci-dessous présente la disposition des différents éléments :

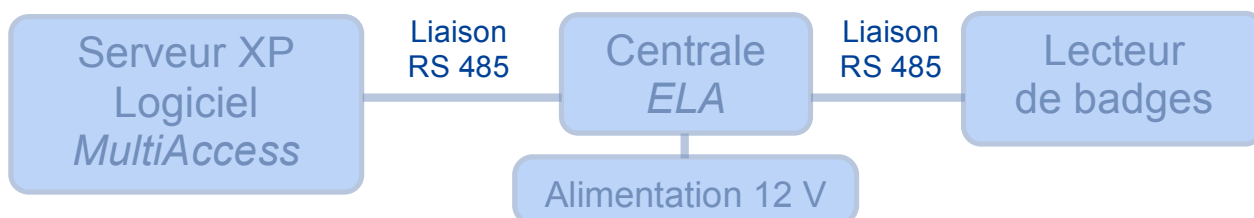


Fig 6. Schéma de principe du système ELA

Le lecteur de badges se situe à côté de la boîte à clé. La centrale gère les accès : elle autorise ou non l'ouverture de la porte en fonction du badge lu par le lecteur de badges. Le serveur est un ordinateur, relié au réseau, sur lequel le logiciel de gestion des accès fourni avec le système *ELA* est installé. Ce logiciel permet de réaliser un enregistrement des informations de la centrale. On peut ainsi récupérer les informations nécessaires, c'est-à-dire quel badge a été utilisé et à quelle heure. Cependant, la récupération des informations ne se fait que lors d'une demande du logiciel. Entre temps, les informations sont stockées de façon temporaire dans la centrale.

3.1.1.2 Système ACS2+

Le système *ACS2+* comprend les mêmes éléments que le système *ELA*, à la différence près du boîtier d'alimentation qui est intégré dans la centrale. Le schéma ci-dessous offre une vue globale du système :

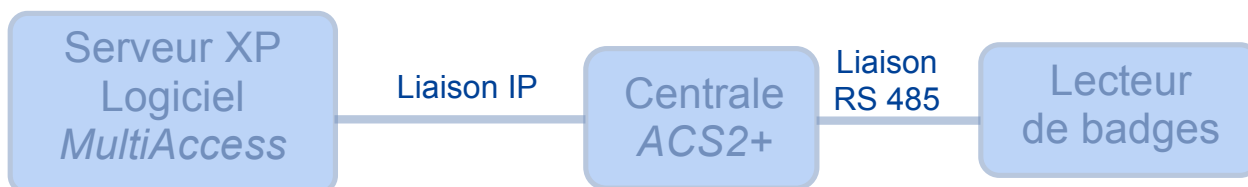


Fig 7. Schéma de principe du système ACS2+

Cette fois encore, un lecteur de badges se situe à côté de la boîte à clés, et la centrale gère les accès. L'alimentation étant intégrée dans la centrale ACS2+, cette solution est moins encombrante.

Le logiciel *MultiAccess* gère l'enregistrement des informations. Ce logiciel permet également la configuration de l'accès au système grâce à la définition de zones horaires spécifiques à chaque utilisateur.

Cependant, il existe deux différences importantes. La première est que le serveur est relié à la centrale par une liaison IP, ce qui nous offre une plus grande flexibilité dans le choix du lieu d'installation du serveur. La seconde différence est que le logiciel récupère les informations en temps réel, ce qui élimine les limitations de mémoire de la centrale (dans le cas du système *ELA*).

Par ailleurs, la présence d'un accumulateur au niveau de la centrale permet un fonctionnement du système en cas de panne de courant. Un dispositif installé au niveau de la boîte à clés peut être mis en œuvre afin de détecter une ouverture prolongée de la porte et donc de prévenir l'administrateur.

3.1.2 Comparaison des deux systèmes

Les deux systèmes possèdent chacun leurs caractéristiques propres. Nous avons dressé un tableau comparatif afin de déterminer quel est le système le mieux adapté :

Propriétés	<i>ELA</i>	ACS2+
Système "temps réel"	Non	Oui
Alimentation électrique	Boîtier 12 V	Intégrée
Coût	1700€	1800€
Sécurité	-	+

Fig 8. Tableau comparatif des systèmes de détection des badges

La centrale ACS2+ synchronise les informations qu'elle reçoit instantanément avec le serveur, ce qui permet de récupérer toutes les données de la centrale de façon certaine.

De plus, le système ACS2+ permet de récupérer les données déjà enregistrées par le client dans son système de badges.

Enfin, le système ACS2+ offre une bien meilleure sécurité. En effet, il est primordial que la boîte à clés reste fermée en cas de destruction (volontaire ou involontaire) du lecteur de badge. Ceci est garanti par le système ACS2+ et non par le système ELA.

3.1.3 Solution technique retenue

À partir de ces éléments, il a été décidé, en accord avec le client, que le système ACS2+ était le bon choix, et ce bien qu'il soit légèrement plus cher. C'est donc le système ACS2+ qui a été retenu.

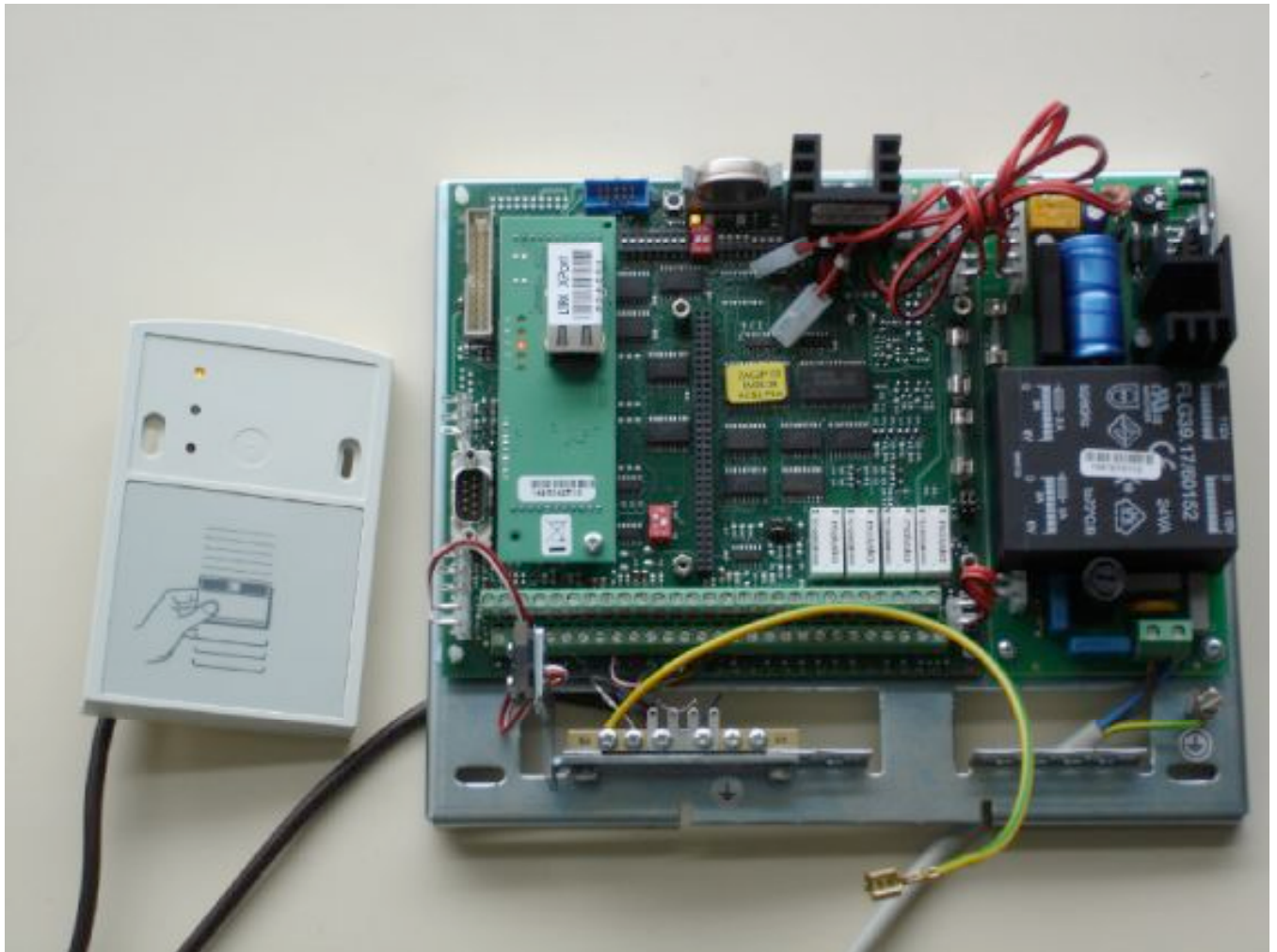


Fig 9. Centrale ACS2+ et lecteur de badges

3.2 Système de détection des clés

Voici les points essentiels du cahier des charges qui sont directement en lien avec le système de détection des clés :

- Lors d'un emprunt ou retour de clés dans la boîte, le système doit être capable d'enregistrer la date, l'heure, ainsi que l'identifiant des clés empruntées et rendues
- Ces données doivent être consultables par les administrateurs

3.2.1 Solutions techniques envisagées

Les contraintes à respecter, pour le choix du système de détection des clés sont :

- Détecter une entrée/sortie de clé de façon fiable
- Système le plus simple possible d'utilisation
- Enregistrer toutes les actions effectuées
- Système simple à installer
- Système normalisé pour une reproductibilité aisée

Quatre systèmes pouvant remplir les fonctions souhaitées vont être comparés.

3.2.1.1 Lecteur de code barres

Le principe de ce système est d'identifier une entrée ou sortie de clé à l'aide d'un lecteur de code barres.



Fig 10. Exemple de lecteur de code barres Bluetooth

Le principe de fonctionnement envisagé est que chaque clé serait munie d'un porte-clé sur lequel serait apposé un code barre unique. L'utilisateur devra donc scanner le code barre de ce porte-clé.

Le lecteur de code barres, communique avec le reste du système par liaison *Bluetooth* (communication sans fil, norme IEEE 802.15.3). La distance de communication du *Bluetooth* est de 100 m.

L'inconvénient majeur de ce système réside dans le fait que l'utilisateur est actif ; c'est à lui d'effectuer une opération lors d'un emprunt ou d'un rendu de clé. Ainsi, s'il oublie cette étape, cela crée un problème difficilement détectable par le système (impossible de savoir qu'une clé a été empruntée ou rendue sans cette lecture).

3.2.1.2 Système magnéto acoustique

Cette technologie est très répandue, notamment dans les systèmes anti-vol de grandes surfaces et chez les disquaires. La technologie magnéto acoustique est une technologie travaillant dans une bande passante de 50 Mhz. Le transpondeur est un circuit magnétique résonnant. Lorsqu'il passe entre des portiques de détection, le transpondeur est détecté. Certains fournisseurs de boîtes à clés se servent de cette technologie pour sceller les clés aux transpondeurs comme présenté sur la figure suivante.



Fig 11. Transpondeur et portique de détection magnéto acoustique

Les dimensions du portique de détection imposent néanmoins de réfléchir à l'emplacement de ce portique, puisqu'il est trop grand pour être placé dans une boîte. Il serait plus envisageable de prévoir une salle à cet effet.

3.2.1.3 Système Wi-Fi

La première idée est d'utiliser des transpondeurs *Wi-Fi* accrochés à chaque clé. Une communication sans fil est établie avec le serveur. Le système *Wi-Fi* consomme par contre beaucoup d'énergie. Il faut donc changer les piles des transpondeurs régulièrement.

Cette solution a tout de suite été écartée à cause de l'utilisation de piles au sein des transpondeurs, ce qui se rendrait le système moins robuste et plus contraignant.

3.2.1.4 Système RFID

Le système de détection RFID (Radio Frequency IDentification) utilise une technologie de modulation de fréquence afin d'identifier des transpondeurs. Ces transpondeurs (appelés aussi « tags ») sont dotés d'une puce électronique (programmable pour contenir des informations) possédants un identifiant unique en sortie d'usine. Les tags peuvent avoir différents packaging et se trouvent notamment sous forme de porte-clés.

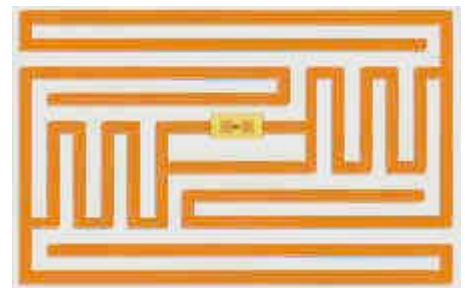


Fig 12. Différents exemples de packagings de transpondeurs

Ces tags sont alimentés par le champ magnétique émis par une antenne de dimension variable suivant les fréquences et la puissance d'utilisation. Ils peuvent être détectés par l'antenne de deux façons différentes : lors du passage à travers l'antenne ou de façon permanente (inventaire). L'antenne est reliée à une carte électronique (ou lecteur) qui se charge de traiter numériquement les signaux. Cette carte « balaye » les fréquences et détecte quels tags sont présents dans le champ magnétique de l'antenne. Le lecteur peut être connecté par port Ethernet.

3.2.2 Comparaison des différents systèmes

Le tableau récapitulatif de la figure 13 permet d'évaluer les avantages et les inconvénients de chacun des systèmes :

Système envisagé	Avantages	Inconvénients
Lecteur de code barre <i>Bluetooth</i>	• Simple à installer • Transmission sans fil	• Utilisateur actif • Sécurité non garantie
Magnéto-acoustique	• Sécurité garantie	• Portail trop encombrant
RFID	• Souplesse d'utilisation • Différents tags • Bonne durée de vie • Anticollision	• Sensible au métal • Plus onéreux • Antenne dimensionnée en fonction du système

Fig 13. Tableau comparatif des différentes technologies envisagées

3.2.3 Solution technique retenue

Comme il a été exposé précédemment, plusieurs solutions ont été envisagées. Un point important sur lequel le groupe de projet s'est focalisé est la transparence du système de détection des clés. En effet, le lecteur de code barre requiert une action de la part de l'utilisateur et cela peut engendrer des erreurs ou des fraudes.

Le système magnéto-acoustique n'est quant à lui pas adaptable dans une boîte à clés du fait de la taille du portail.

La technologie RFID paraît tout à fait adaptée. Cependant, certains paramètres tels que la sensibilité au métal ou encore les dimensions de l'antenne sont à prendre en compte. Le RFID présente l'avantage majeur de pouvoir effectuer une détection anticollision : plusieurs entrées/sorties de tags peuvent être détectées en même temps. De plus, une utilisation en lecture permanente (inventaire permanent) est possible. L'antenne peut ainsi être totalement invisible pour l'utilisateur qui n'aura aucune action à effectuer.

Le système de détection retenu est donc le RFID. Nous avons choisi le système LRM 2000 fabriqué par la société FEIG et distribué par la société CiPAM.



Fig 14. Système RFID constitué de l'antenne, du lecteur et d'un tag

3.2.4 Logiciel d'inventaire des clés

Ce logiciel, développé en langage C, a pour but d'inscrire les données fournies par le système de détection des clés dans la base de données informatiques que nous avons créée à cet effet.

Il se décompose en quatre sous-parties :

- Création d'une communication avec le lecteur RFID
- Récupération des données fournies par le lecteur RFID
- Comparaison de ces données avec celles de la base de données
- Enregistrement dans la base de données si les données fournies par le lecteur diffèrent de celles de la base de données

La communication s'effectue par liaison IP. L'utilisation du réseau de l'ENSPS permet donc d'implanter le lecteur au niveau de la boîte à clés tout en le reliant au serveur applicatif qui peut se situer dans différents endroits de l'ENSPS.

L'application permet d'accéder aux données contenues dans la mémoire du lecteur. Ces données sont ensuite mémorisées par l'application et comparées à celles présentes dans la base de données afin de détecter si une clé a subi une action (entrée ou sortie). S'il y a eu un changement, le logiciel inscrit directement les données mises à jour dans la base de données.

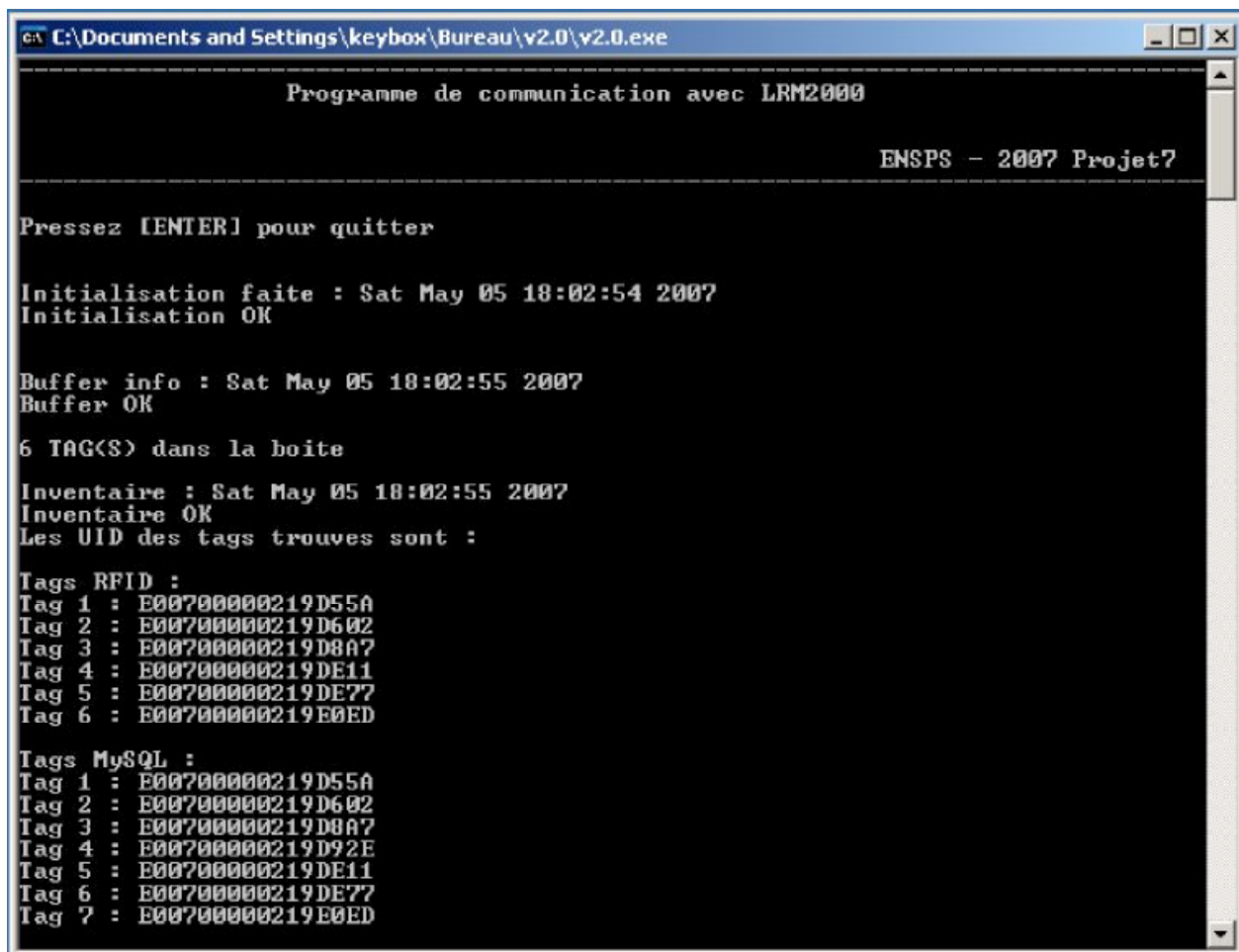


Fig 15. Logiciel d'inventaire

La figure 15 donne un aperçu des fonctionnalités du programme. Il permet de récupérer le nombre de clés présentes dans la boîte, l'identifiant RFID de ces clés ainsi que les dernières informations enregistrées dans la base de donnée MySQL.

3.3 Conception de la boîte

La conception de la boîte s'est faite en deux temps. Tout d'abord, il a fallu définir les principales caractéristiques de la boîte, car cela était déterminant pour le choix des autres éléments du projet. Pour cela, il a fallu discuter avec le client des différents degrés de liberté au niveau de la conception. Les points à respecter sont les suivants :

- Une contenance de 30 clés
- Une boîte de taille raisonnable, à installer à la scalarité de l'ENSPS

Afin de respecter au mieux ces points, une première esquisse des plans de cette boîte a été réalisée. Celle-ci mesure 50 centimètres de large, 60 de haut, et 30 de profondeur. La figure 15 est une vue en trois dimensions de cette première esquisse. Une des principales caractéristiques est la porte en plexiglas. Celle-ci, voulue par le client, permet de savoir si une clé est présente ou non sans avoir à ouvrir la boîte.

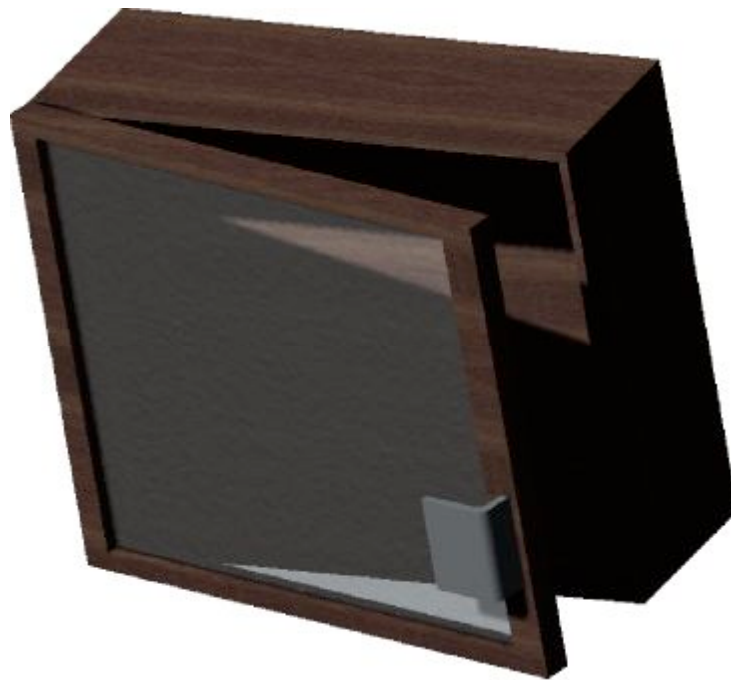


Fig 16. Représentation en trois dimensions du prototype de la boîte

Le choix des systèmes ACS2+ et RFID ont entraîné un certain nombre de modifications au niveau de la boîte :

- Un rangement a été ajouté sous la boîte afin de recevoir le lecteur RFID. Ce rangement permettra également, en cas d'extensions des fonctionnalités de la boîte, d'y intégrer d'autres circuits électroniques.
- Un double-fond a été ajouté dans la partie supérieure. C'est dans ce double-fond qu'est installée l'antenne RFID qui reste ainsi invisible pour l'utilisateur.

Les dessins techniques finaux de la boîte sont disponibles en annexe.

3.4 Application de gestion

L'objectif du projet était de réaliser un système pratique et simple à utiliser, mais aussi à administrer. C'est pourquoi une interface de gestion applicative a été développée. Celle-ci permet de gérer les clés, les accès et les utilisateurs.

L'application a été développée sous forme de site Web, ce qui permet d'y accéder depuis n'importe quel ordinateur connecté au réseau de l'école. De plus, son accès est sécurisé, ce qui fait que seules les personnes autorisées peuvent y accéder.

3.4.1 Accueil

L'accueil de l'interface de gestion permet d'accéder aux différents menus de l'application : gestion des clés, gestion des accès et gestion des utilisateurs. Cette interface sera accessible à partir du réseau informatique de l'ENSPS, et uniquement pour les personnes dûment autorisées.

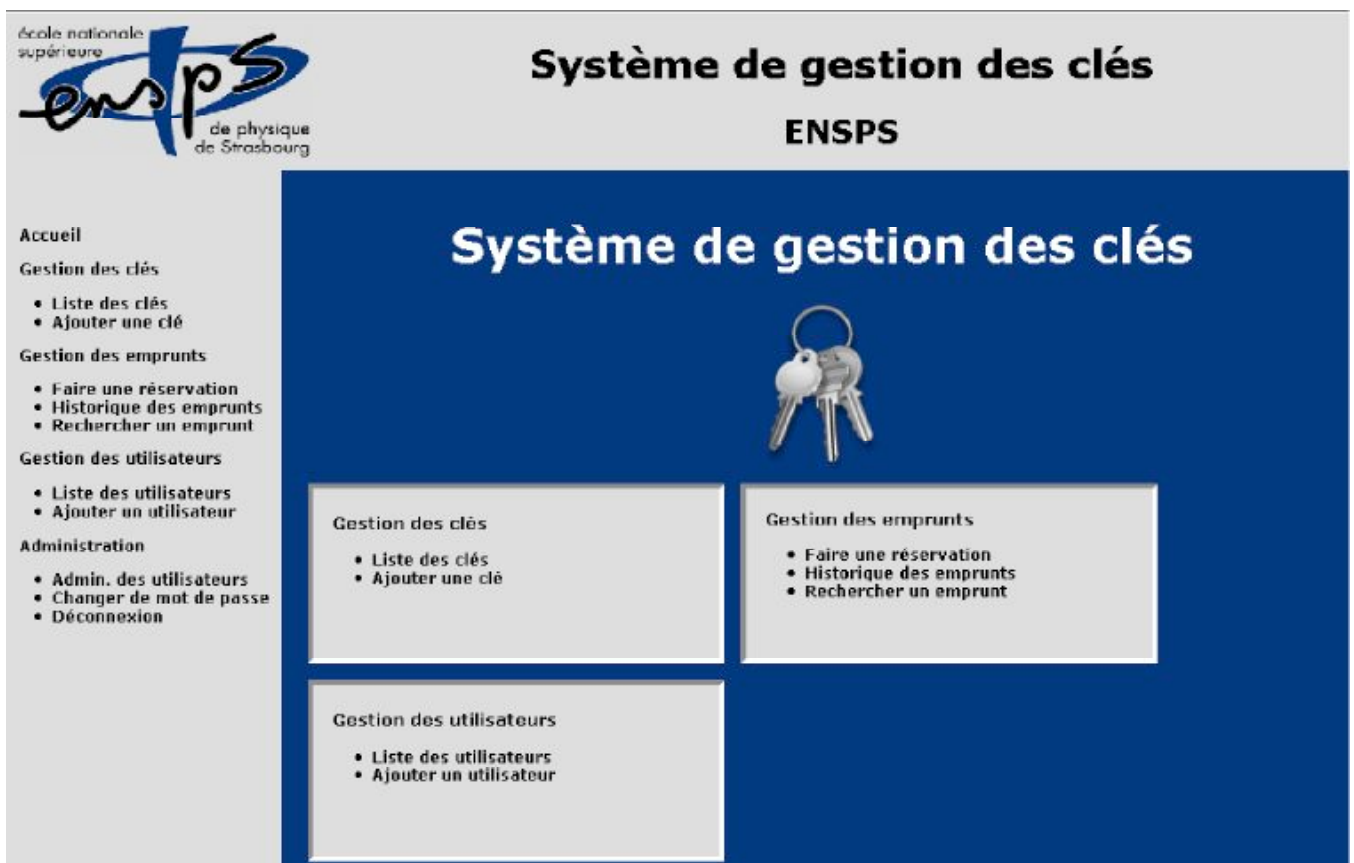


Fig 17. Page d'accueil de l'application de gestion

3.4.2 Gestion des clés

La partie de gestion des clés concerne l'administration des clés existantes ainsi que l'ajout de nouvelles clés.

Les administrateurs du système peuvent consulter la liste de toutes les clés existantes, regroupées par nom de clé comme on peut le voir sur le figure 17. Ils peuvent également savoir combien d'exemplaires de chaque clé existent et combien sont disponibles. Il est possible de classer cette liste par nom de salle, nombre de clés existantes par salle, ou encore nombre de clés disponibles par salle.

Liste des clés					
Pour modifier les informations concernant une clé, cliquez sur l'icône correspondante.					
Pour supprimer un ou plusieurs éléments, cochez la ou les cases correspondantes en fin de ligne et validez en cliquant sur le bouton "Supprimer les éléments sélectionnés".					
	Nom de la clé	Nombre de clés	Disponibilité	Commentaires	Suppr.
	A 207	2	Disponible (2)		☐
	A 301	2	Disponible (1)		☐
	A 302	2	Indisponible		☐
	A 502	1	Disponible (1)		☐
	C 301	1	Indisponible		☐
	C 410	1	Disponible (1)		☐
	C 413	1	Indisponible		☐
	Fouaille	1	Disponible (1)		☐
	Salle polyvalente	3	Disponible (2)		☐
Supprimer les éléments sélectionnés					

Fig 18. Exemple de liste des clés

Lors de la mise en place de la boîte, toutes les clés stockées à l'intérieur auront été préalablement enregistrées. Les administrateurs peuvent ensuite ajouter de nouvelles clés. Pour cela, on rentre le nom de la clé à ajouter, ainsi que la référence du tag RFID qui sera associé à cette clé. Un champ facultatif permet d'ajouter le numéro de série de la clé.

3.4.3 Gestion des accès

Dans cette partie, les administrateurs peuvent consulter tous les emprunts et retours de clé réalisés. Les informations sont stockées dans des bases de données informatiques.

Cette liste pouvant être très longue, il a été prévu un « moteur de recherche » des accès. On peut ainsi rechercher un ou plusieurs accès en fonction du nom d'utilisateur, de la date de l'opération, ainsi que du nom de la clé empruntée ou rendue. Il est, bien entendu, possible d'effectuer la recherche en prenant en compte plusieurs de ces champs.

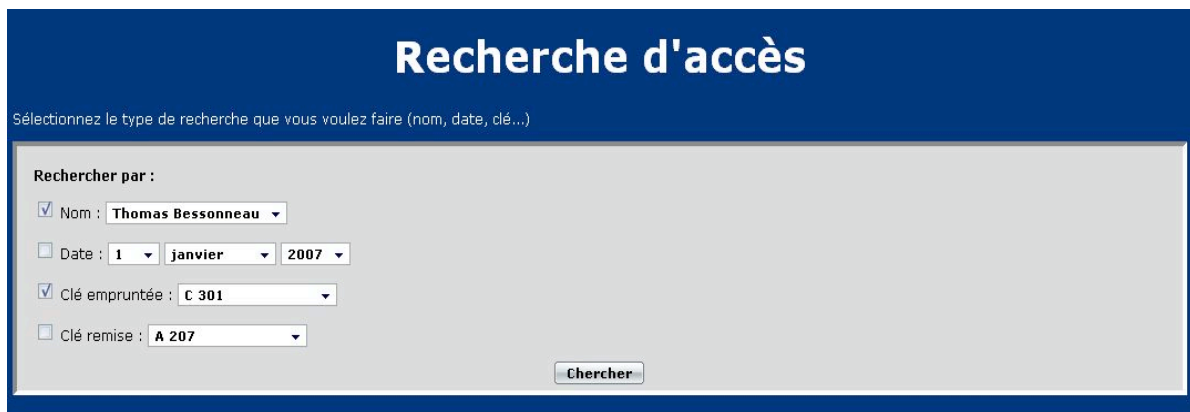


Fig 19. Page de recherche d'un accès

D'autres outils de gestion des accès sont mis à disposition des administrateurs comme un récapitulatif sous forme graphique des clés disponibles ainsi qu'une personne en possession de clés. Les administrateurs sont également en mesure d'afficher la liste des clés ayant été empruntées depuis trois jours ou plus.

3.4.4 Gestion des utilisateurs

La partie de gestion des utilisateurs permet de gérer la liste des utilisateurs autorisés à accéder à la boîte. La majeure partie des utilisateurs a été importée depuis le système de badge en place à l'ENSPS. Toutefois, il reste possible d'ajouter, de modifier ou de supprimer des utilisateurs.

La liste des utilisateurs fonctionne de la même façon que la liste des clés, ce qui permet de garder une interface cohérente et ce qui facilite l'utilisation de l'application. Ainsi, la liste peut être triée par nom, prénom, numéro de badge ou encore groupe de travail.

4 Extensions et améliorations possibles

Le système de détection des clés a été conçu pour pouvoir être amélioré et subir certaines extensions. Le système de gestion des clés a été divisé en plusieurs parties qui peuvent être améliorées indépendamment.

4.1 *Système d'accès par badge*

La centrale du système d'accès par badge (ACS2+) peut accueillir un deuxième lecteur de badge. Il est donc possible d'installer une deuxième boîte à clés avec un lecteur de badges. Des diodes lumineuses peuvent être reliées à la centrale ce qui permettrait un meilleur retour d'information pour les utilisateurs.

4.2 *Système de détection des clés*

Le système de détection des clés (RFID) peut, quant à lui, contenir plus de tags qu'actuellement. Un système de ventilation permettant un meilleur refroidissement du lecteur pourrait être mis en place dans le rangement inférieur de la boîte dans lequel se trouve le lecteur, ce qui allongerait sa durée de vie. Un dispositif de multiplexage du système de détection des clés est configurable avec le logiciel *ISOStart* (cf. **Dossier industriel**) en cas de multiplicité des boîtes à clés. Les tags pourraient être de types différents comme des étiquettes RFID, permettant au système de détecter de nouveaux objets (télécommandes de vidéoprojecteurs...).

4.3 *Application de gestion*

L'application de gestion du système permet de faire un certain nombre de recherches mais aussi d'afficher un certain nombre d'informations comme l'affichage en temps réel des clés disponibles mais il serait possible d'ajouter un système de réservation à distance par Internet. Il serait aussi possible que des messages d'alarme soient envoyés aux utilisateurs ou aux administrateurs par e-mail ou par SMS.

4.4 *Autres*

Il serait envisageable de mettre des étagères dans la boîte pour y déposer d'autres objets que des clés. Il serait également possible d'adapter le système à une pièce, même si dans ce cas, il faudrait utiliser un autre système de détection. Un système de retour d'information avec un écran LCD peut être mis en place près de la boîte. Un système d'alarme sonore ou lumineux pourrait avertir un utilisateur ayant oublié de fermer la porte.

Conclusion

Depuis le début du projet, fin 2006, le groupe a su évoluer et s'adapter à différentes situations afin de mener le projet à bien.

Il a fallu effectuer des recherches technologiques approfondies dans le but de mettre en œuvre celles qui étaient le mieux adaptées à notre application et son cahier des charges. Ainsi, le groupe a dû étudier ces technologies nouvelles pour les comprendre et les utiliser.

Une communication étroite avec les fournisseurs de ces systèmes a donc été établie. Le système mis en place étant très évolutif et extensible, le groupe de projet a pris soin de rendre les améliorations futures plus aisées à concevoir.

D'un point de vue humain, le projet a été l'occasion de participer à une vie de groupe. L'équipe a su affronter les différentes difficultés qui se sont présentées telles que des retards dans la livraison des composants ou des tensions entre ses membres. Elle a fait preuve d'anticipation et de cohérence pour parvenir à la réalisation du système automatisé de gestion des clés.

Il faut noter que le budget important, dont le groupe a disposé, l'a motivé dans son entreprise tout en lui permettant une grande liberté d'action.

C'est pourquoi ce projet a été un bon moyen d'appréhender le métier d'ingénieur tant dans ses aspects techniques qu'humains.

Webographie

État de l'art, différents fournisseurs

<http://www.a7protection.fr/>

<http://www.bkselec.com>

http://www.fedolt.com/gestion_de_clef_keeper_box.htm

Fournisseur du système de lecture de badges

<http://fr.primion.de/>

Lecteur de code barre *Buetooth*

<http://www.txcom.fr/pagefr/produits/lecteur-code-barre/helyom>

Fournisseur de système magnéto-acoustique

<http://www.tagfrance.com/nouveautes.php>

Fournisseur de système RFID

<http://www.cipam.com/>

<http://www.feig.de/>

<http://www.promobox.eu/identification/tagsrfid-lecteur-etiquette.html>

Normalisation ISO de la norme RFID

<http://www.eannet-france.org>

Contenu du dossier industriel

Le dossier industriel a pour but de réunir l'ensemble des informations nécessaires à la compréhension du fonctionnement et à l'installation de la boîte à clés.

Introduction

1 - Description technologique du système

1.1 - Situation / Cadre du projet

1.2 - Sous parties du système

1.3 - Choix technologiques

1.4 - Inventaire des éléments du projet/Contenu du CDROM

2 - Manuel d'installation

2.1 - Le lecteur de badge ACS2+

2.2 - Reconnaissance des clés : système RFID

2.3 - Installation du serveur et du site

2.4 - Composants de la boîte à clés

3 - Manuel de fonctionnement

3.1 - Récupération des données relatives à l'ACS2+

3.2 - Récupération des données relatives au RFID

3.3 - Traitement des données dans les bases

3.4 - Gestion des erreurs

3.5 - Fonctionnement du site

4 - Evolutions possibles du système

Conclusion

Encadrant : Y. Dossmann
Client : R. Poinsignon, responsable technique ENSPS

Boîte à clés badgée

Projet 7



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESNEAU - A. MEVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007



Présentation de l'équipe

- Raphaël Présneau
Responsable technique
- Antoine Préveaux
Responsable communication
- Loïc Le Gat
Responsable budgétaire
- Thomas Bessonneau
Responsable de projet



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESNEAU - A. MEVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007



2 / 34

Plan

- Etat de l'art
- Cahier des charges
- Solutions techniques
 - Système d'accès par badge
 - Système de détection des clés
 - Conception de la boîte
 - Interface de gestion
- Budgets prévisionnels
- Planning prévisionnel



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESNEAU - A. MEVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007



3 / 34

État de l'art

- Peu de fournisseurs fabriquent des boîtes à clés



Aucun système correspondant aux besoins
➡ **il faut en concevoir un**



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESNEAU - A. MEVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007



4 / 34

Cahier des charges

- Installer une boîte fonctionnelle
- Ouverture grâce aux badges existants
- Ouverture par clé possible
- Fermeture automatique de la porte
- Identification des clés et des utilisateurs

Cahier des charges

- Interface de gestion des emprunts simple
- Alertes lors de problèmes
- Historique des emprunts
- Utilisation d'autres objets que des clés
- Système reproductible

Diagramme des fonctionnalités



Solutions techniques

- Système d'accès par badge
- Système de détection des clés
- Conception de la boîte
- Interface de gestion

Solutions techniques

Accès par badge

Besoins :

- Utilisation des badges existants à l'école
- Données existantes importables
- Sécurité de l'accès
- Installation peu encombrante

Solutions techniques

Accès par badge



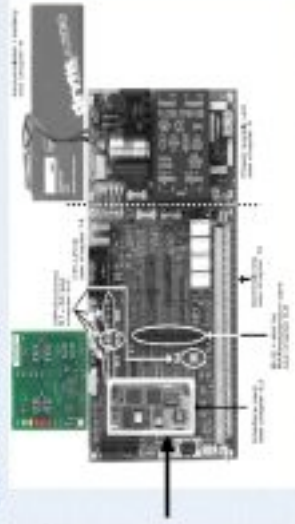
- Alimentation intégrée dans la centrale
- Centrale synchronisée sur serveur logiciel
- Fonctionnement autonome

Solutions techniques

Accès par badge

Description du matériel

- Centrale
- Port Ethernet



Solutions techniques

Accès par badge



- Un lecteur d'administration connecté au serveur (RS 232)
- Un lecteur de badge connecté à la centrale (RS 485)
- Logiciels de gestion (NetEdit et MultiAccess)

Solutions techniques

Accès par badge

- Mise en service du système
- Configuration du protocole de communication (serveur/centrale)
- Mise en place des lecteurs de badge
- Gestion des accès

➔ **Enregistrement des données dans des bases MySQL**

Solutions techniques

Détection des clés

Système envisagé	Avantages	Inconvénients
Lecteur de code barre Bluetooth	• Simple à installer • Insensible au métal • Transmission sans fil	• Manipulation de l'utilisateur nécessaire • Sécurité non garantie
Système magnéto-acoustique	• Sécurité garantie • Insensible au métal	• Portail de détection impossible à adapter
RFID	• Souplesse d'utilisation • Différents packaging de tags • Inventaire permanent • Durée de vie importante	• Sensible au métal • Plus onéreux • Antenne dimensionnée en fonction du système

Solutions techniques

Détection des clés

Besoins :

- Détecter une entrée/sortie de clé
- Système simple à utiliser
- Traçabilité des actions
- Installation aisée pour une bonne reproductibilité
- Fiabilité du système de détection

Solutions techniques

Détection des clés

- Schéma de principe du système à mettre en oeuvre



Solutions techniques

Détection des clés

- Description du matériel :
- Antenne (sur mesure 500 x 600 mm)
- Lecteur (muni d'un port Ethernet)
- 30 transpondeurs programmables (tags)
- Logiciel de configuration et de gestion



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESNEAU - A. PREVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007

17/34



Solutions techniques

Détection des clés

- Configuration du système avec le logiciel :
- Connexion RS 232 pour la configuration
- Établissement du protocole TCP/IP
- Choix du mode de fonctionnement



Programme de communication et de récupération des données à concevoir



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESNEAU - A. PREVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007

18/34



Solutions techniques

Détection des clés

- Description du programme :
- Communication avec le lecteur à travers un socket TCP/IP
- Récupération des données du lecteur
- Comparaison des données avec celles de la base MySQL
- Inscription des données dans la base MySQL le cas échéant

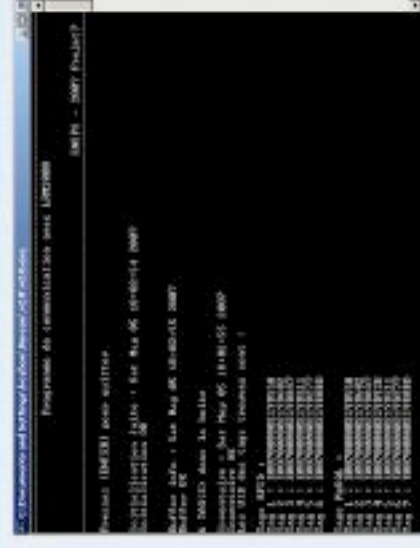


T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESNEAU - A. PREVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007

19/34



Solutions techniques



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESNEAU - A. PREVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007

20/34



Solutions techniques

Détection des clés

- Tests :
- Un tag perpendiculaire au fond ne sera pas détecté
- Distance de 2 à 3 cm minimum entre les tags
- Distance de lecture de l'antenne inférieure à 30 cm
- Quantité de métal à minimiser

Solutions techniques

Conception de la boîte

- Dimensions : 876 x 594 x 300 mm
- Contenance : 30 clés sur 3 étages + place supplémentaire en bas
- Matériaux : bois, plexiglas, PVC

Solutions techniques



Vue de face Vue de côté Vue de dessus

Solutions techniques

Interface de gestion

Besoins :

- Application évolutive et simple
- Installation aisée
- Base de données MySQL (ou Access)
- Coût matériel minimum
- Coût logiciel minimum

Solutions techniques

Interface de gestion

Démonstration de l'interface de gestion des clés



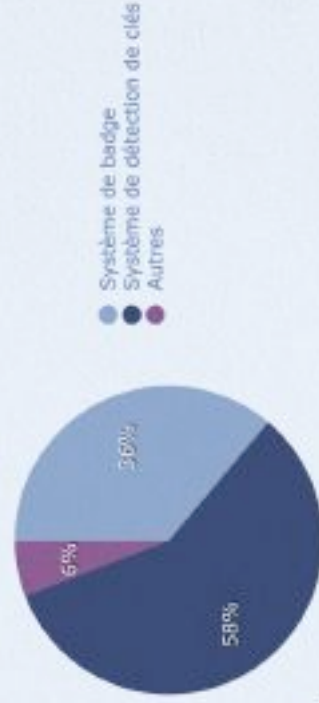
T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESSEAU - A. MEVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007



25/34

Budgets prévisionnels

Budget réel



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESSEAU - A. MEVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007



27/34

Budgets prévisionnels

Budget réel				
Charges	Prix unitaire HT en €	Prix unitaire TTC en €	Quantité	Coût total HT en € / Coût total TTC en €
Matériel informatique				
Licence Windows XP	109,61	129,90	1	129,90 / 129,90
Contrats	43,83	50	1	50 / 50
Matériel divers				
Boxe	125,43	150	1	150 / 150
ACS	1699,89	2023,87	1	2023,87 / 2023,87
Opérations de détection des clés	2733,26	3280,92	1	3280,92 / 3280,92
Coût total de fonctionnement				4708,98 / 5631,94



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESSEAU - A. MEVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007



28/34

Budget virtuel				
Charges	Prix unitaire HT en €	Prix unitaire TTC en €	Quantité	Coût total HT en € / Coût total TTC en €
Communication				
Cartouche pour imprimante	8,36	10	4	33,44 / 40
Fournitures	24,12	30	1	30 / 30
Matériel informatique				
Processeur serveur	402	503	1	503 / 503
Communication	24,12	30	3 mois	320,40 / 320,40
Internet	24,12	30	5 mois	320,40 / 320,40
Salaire				
Ingénieur logiciel	23,40	28,08	660 h	1756,80 / 1756,80
Ingénieur confirmé	40	48	50 h	2000 / 2000
Charges sociales				
Charges employeur	19,25	23,10	660 h	15246 / 15246
Charges employé	20	24	50 h	1200 / 1200
Charges de structure				
Salaires de bureau	234,45	281,34	5 mois	1406,70 / 1406,70
Frais de déplacement	100	120	5 mois	600 / 600
Amortissement				
Ordinateur	23,23	28,08	5 mois	1404 / 1404
Logiciels	11,60	14,04	5 mois	592 / 592
Budget réel				4708,98 / 5631,94
Coût total de fonctionnement				30106,18 / 31528,39



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESSEAU - A. MEVEAUX
Projet 7
RS - 23 mai 2007



28/34

Budgets prévisionnels

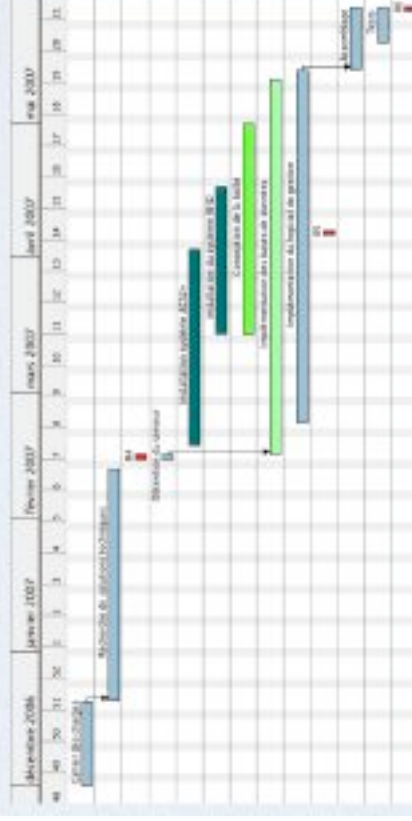
Budget virtuel



Répartition des tâches

- Implémentation logicielle :
 - Développement du logiciel de communication du système RFID : Loïc et Raphaël
 - Développement de l'application de gestion : Antoine
 - Utilisation des bases de données : Antoine et Thomas
- Implémentation matérielle :
 - Installation du système de détection RFID et de l'ACS2+ : Loïc et Raphaël
 - Conception de la boîte : Thomas

Planning prévisionnel



Extensions à prévoir

- Réalisation d'une deuxième boîte
- Augmentation du nombre de clés
- Utilisation d'objets autres que des clés
- Interface à écran LCD
- Amélioration de l'interface de gestion avec gestion des e-mails et messages SMS
- Système d'alarme complexe

Conclusion

Bilan :

- Bilan technique
- Bilan financier
- Bilan humain
- Bilan général



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESEAU - A. MEVEAUX
Projet 7
RS - 22 mai 2007

33/34



Merci de votre attention



T. BESSONNEAU - L. LE GAT - R. PRESEAU - A. MEVEAUX
Projet 7
RS - 22 mai 2007

